

www.unal.edu.co/icn/publicaciones/caldasia.htm Caldasia 32(1):129-148. 2010

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LOS TRICÓPTEROS INMADUROS EN LA CUENCA DEL RÍO TOTARE (TOLIMA-COLOMBIA)

Spatial and temporal distribution of the immature caddisflies in the Totare River basin (Tolima-Colombia)

JESÚS MANUEL VÁSQUEZ-RAMOS
FERNANDO RAMÍREZ-DÍAZ
GLADYS REINOSO-FLÓREZ
Grupo de Investigación en Zoología, Facultad de Ciencias Básicas, Programa de Biología, Universidad del Tolima. Altos de Santa Elena, Ibagué-Tolima, Colombia. Apartado 546. jemavara@hotmail.com, framirezdiaz@gmail.com, glareinoso1@hotmail.com

GIOVANY GUEVARA-CARDONA
Grupo de Investigación en Zoología, Facultad de Ciencias Básicas, Programa de Biología, Universidad del Tolima. Altos de Santa Elena, Ibagué-Tolima. Apartado 546.
Instituto de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia-Chile, Casilla 567. giovany.guevara@postgrado.uach.cl

RESUMEN
Durante febrero y mayo de 2007, se realizó el estudio de la tricopterofauna en la cuenca del río Totare (Tolima), en 27 estaciones de muestreo entre los 244 y 2397 m. Se colectaron 3593 organismos pertenecientes a 11 familias y 26 géneros. Se reporta por primera vez para el departamento del Tolima la familia Xiphocentronidae (*Xiphocentron*), y los géneros *Neotrichia, Zumatrichia* (Hydroptilidae), *Mexitrichia* (Glossosomatidae) y *Banyallarga* (Calamoceratidae). La familia con mayor abundancia fue Hydropsychidae (44.92%) y la de menor Xiphocentronidae (0.14%). Los géneros más abundantes fueron *Smicridea* (25.27%) e *Hydroptila* (23.88%) y los menos representativos fueron *Mexitrichia* (0.03 %), *Triplectides* (0.03%), *Atanatolica* (0.03%) y *Triaenodes* (0.03%). Las estaciones río Totare (623 m), quebrada El Papayal (1827 m), quebrada Las Mellizas (2154 m) y quebrada La Rica (2177 m), presentaron la mayor abundancia de organismos (59% del total).

Palabras clave. Trichoptera, distribución, aspectos bioecológicos, Andes.

ABSTRACT
Between February and May 2007, the trichopteran fauna of the Totare River basin (Tolima) was studied. Twenty-seven stations were established between 244 and 2397 meters a.s.l. A total of 3593 specimens belonging to 11 families and 26 genera were collected. The family Xiphocentronidae (*Xiphocentron*) and the following genera are reported for the first time to the area: *Neotrichia* and *Zumatrichia* (Hydroptilidae), *Mexitrichia* (Glossosomatidae) and *Banyallarga* (Calamoceratidae). The most abundant family was Hydropsychidae (44.92%). Xiphocentronidae (0.14%) was the least abundant family. The most abundant genera were *Smicridea* (25.27%) and *Hydroptila* (23.88%) and the less abundant *Mexitrichia* (0.03%), *Triplectides* (0.03%), *Atanatolica* (0.03%) and *Triaenodes* (0.03%). The stations Totare River (623m), El

Papayal (1827 m), Las Mellizas (2154m), and La Rica (2177 m) streams, showed the highest abundance of organisms (collectively 59% of the total).

Key words. Caddisflies, distribution, bioecological aspects, Andes.

INTRODUCCIÓN

El orden Trichoptera comprende aproximadamente 13000 especies descritas a nivel mundial, las cuales se agrupan en 3 subórdenes (Annulipalpia, Integripalpia, Spicipalpia) y 45 familias dulceacuícolas (Holzenthal *et al.* 2007). En la región neotropical, se estiman 2234 especies, agrupadas en 153 géneros y 24 familias, de las cuales Colombia registra 211, distribuidas en 45 géneros (Muñoz-Quesada 2004) y 14 familias (Rincón 1999). Las larvas de tricópteros son habitantes frecuentes tanto de sistemas lóticos como lénticos, con marcada preferencia por los primeros (Springer 2006). Algunas especies toleran un amplio rango de condiciones ecológicas y colonizan una gran variedad de hábitats, mientras que otras presentan una distribución restringida (Huamantinco & Nessimian 2000). Estas características han permitido, en muchos casos, catalogarlos como buenos indicadores de la calidad de agua (Angrisano 1995), junto a otros órdenes como Plecoptera y Ephemeroptera. Su papel ecológico incluye eslabones en cadenas alimentarias de arroyos, donde desoves, larvas y adultos son parte de la dieta de peces, aves, ranas, murciélagos y otros animales nocturnos (Angrisano & Korob 2001).

En la mayor parte de los sistemas lóticos se detecta la presencia de gradientes longitudinales (Ruiz *et al.* 2006). Estos gradientes determinan condiciones fisicoquímicas y biológicas particulares que se distribuyen a lo largo de la cuenca, los cuales están acompañados frecuentemente por una fauna béntica característica (Fernández & Domínguez 2001). Los Hydropsichidae (*Smicridea*) presentan amplia distribución en cuencas neotropicales y son a menudo abundantes en las colectas (Sganga & Angrisano 2005; Sganga & Fontanarrosa 2006). Otros, en cambio, presentan restricción por hábitat y/o condición fisicoquímica imperante (Rojas 2006, de Moor & Ivanov 2008). La irregularidad del flujo de agua es una de las características más notorias en cuencas andinas tropicales (Lewis *et al.* 1995), como consecuencia del régimen pluviométrico variable que opera en cercanías a la zona ecuatorial (Hastenrath 1990). Algunos autores han encontrado que la química del agua y la estructura comunitaria de invertebrados bentónicos, son afectadas por eventos de alta descarga durante la época lluviosa (Feminella & Resh 1990, Buss *et al.* 2004, Silveira *et al.* 2006, Arias *et al.* 2007).

En Colombia, el orden Trichoptera se distribuye ampliamente en la región andina, especialmente en las cordilleras Central y Occidental (Muñoz *et al.* 2000a, Muñoz *et al.* 2000b, Posada *et al.* 2000, Sánchez 2000, Posada & Roldán 2003, Muñoz-Quesada 2004, Mosquera *et al.* 2006, Rincón 2006), donde se encuentran numerosos ecosistemas acuáticos de origen glaciar, boscoso (bosque de niebla) o paramuno. En la cordillera Oriental (Cundinamarca, Boyacá, Santander, Norte de Santander) Mojica (1993), Rincón (1996, 1998, 1999, 2002, 2006), Mena (2000), González *et al.* (2001) y Rincón & Burgos (2001), han descrito aspectos generales sobre la distribución altitudinal y espacial del orden. Medellín *et al.* (2004) analizaron aspectos fisicoquímicos y distribución de la tricopterofauna. Quintero & Rojas (1987), Zúñiga *et al.* (1993, 1994), Ballesteros *et al.* (1997) y Mosquera *et al.* (2006), estudiaron aspectos bioecológicos y de distribución de larvas y adultos de tricópteros, en algunos ríos

y quebradas de la cordillera Occidental (Cauca, Valle del Cauca, Chocó) y, determinaron su posible relación con la calidad del agua.

En diversos estudios en la zona centro-oeste de Colombia, en su mayoría aquellos enmarcados en el "Plan de Ordenamiento de Cuencas Hidrográficas del departamento del Tolima", en sistemas lóticos que incluyen la quebrada Padilla, los ríos Coello, Prado y Amoyá, se reportaron 29 géneros de tricópteros distribuidos en 13 familias (Vergara *et al.* 1994; Reinoso 1998, 2001, Carrillo 2002, Guevara *et al.* 2005, 2007a, 2007b, 2007c, Vásquez *et al.* 2006, 2007, 2008a, 2008b, López *et al.* 2006, López 2007, Ramírez *et al.* 2007, 2008a, 2008b, Reinoso *et al.* 2007, Vásquez & Ramírez 2008, López & Reinoso 2008), y se ha encontrado una correlación entre temperatura del agua, conductividad, alcalinidad, oxigeno disuelto y la abundancia y, en menor medida, la riqueza taxonómica (Guevara *et al.* 2005). Así mismo, se ha determinado el potencial bioindicador de *Austrotinodes* y *Grumichella* (López *et al.* 2006).

El estudio a mediano y largo plazo de estas cuencas, ha contemplado principalmente el registro de la distribución y la abundancia de larvas de invertebrados bentónicos, así como su relación con variables fisicoquímicas del agua y condiciones socio-ambientales aledañas (Arias *et al.* 2007, Reinoso *et al.* 2008). Se espera contar posteriormente con registros de emergencia (adultos) y análisis de rasgos de historia de vida, para complementar los estudios sobre la fauna béntica de la región Neotropical (Holzenthal *et al.* 2007) y en particular de Colombia (Muñoz-Quesada 2004), donde poco se conoce sobre la bio-ecología de larvas y adultos.

En este trabajo se presentan resultados del estudio de larvas de tricópteros presentes a lo largo de la cuenca del río Totare, obtenidos en épocas de alta y baja precipitación. Así, los objetivos fueron determinar la distribución espacial, temporal y altitudinal de las larvas del orden Trichoptera y establecer posibles relaciones de la abundancia y/o la riqueza taxonómica con algunas variables físicas y químicas del agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La cuenca del Río Totare, está ubicada en el flanco oriental de la cordillera Central del departamento del Tolima, con un área total de 142.875 ha, y desemboca en el Río Magdalena (Figura 1) (CORTOLIMA 1998); se origina en la laguna El Encanto (3963 m) y cuenta con una longitud de 88,5 Km (Andrade & Lozano 1986). La precipitación promedio en el área es de 1899 mm y la temperatura oscila desde -5ºC a los 3963 m y 31ºC en la zona más baja a 216 m (CORTOLIMA 1998, Andrade & Lozano1986). La topografía es abrupta con pendientes muy fuertes y prolongadas (12-50%) y vertientes fuertemente encañonadas y torrenciales; la masa forestal protectora es muy escasa, reduciéndose en las partes de la cuchilla o lomas de las estribaciones de la Cordillera Central. La zona cubierta con bosque natural representa un 7% de bosque primario y un 10% de bosque secundario con alta intervención humana, ya que el bosque ha sido talado y reemplazado por sistemas de explotación agropecuaria (CORTOLIMA 1998).

Recolección de los especímenes

Durante febrero (baja precipitación) y mayo (alta precipitación) de 2007 se recolectaron larvas de Trichoptera en 27 puntos de muestreo, con un rango altitudinal entre 244 y 2397 m (Tabla 1). En cada estación se seleccionó un tramo representativo del afluente (100 m) y se utilizó la metodología de Roldán & Ramírez (2008) para la colecta: red de pantalla o kick-net (1 m^2, 500 µm), red Surber (900 cm^2, 500 µm), y tamices (500 - 125 µm). En laboratorio, los organismos se preservaron en alcohol al 70% y se

determinaron hasta género empleando las claves y descripciones de Angrisano (1995), Angrisano & Korob (2001), Posada & Roldán (2003), Pes *et al.* 2005, Springer (2006) y se depositaron en la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima (CZUT-Ma).

Parámetros físico-químicos y bacteriológicos

En cada punto de muestreo, se registró *in-situ* la temperatura del agua y se colectó una muestra de agua para análisis posterior en el laboratorio ambiental de CORCUENCAS. Se determinó pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, % de saturación de oxígeno, turbiedad, alcalinidad total, dureza, cloruros, nitratos, fosfatos, sólidos suspendidos, sólidos totales, DBO_5 y DQO, de acuerdo a las recomendaciones de la APHA-AWWA-WEF (Clesceri *et al.* 1999). Los parámetros bacteriológicos: coliformes totales y fecales se determinaron en el Laboratorio de Microbiología del Hospital Universitario Federico Lleras Acosta (Ibagué, Colombia).

Análisis de datos

Se determinó la abundancia relativa para cada taxón, espacial y temporalmente y, se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H'), Margalef (D) y Dominancia de Simpson (λ), con el paquete estadístico PAST versión 1.78 (Hammer *et al.* 2001). Se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) con los parámetros físico-químicos y bacteriológicos con base en una matriz de correlación, mediante el software estadístico STATISTICA versión 7 (StatSoft 2004).

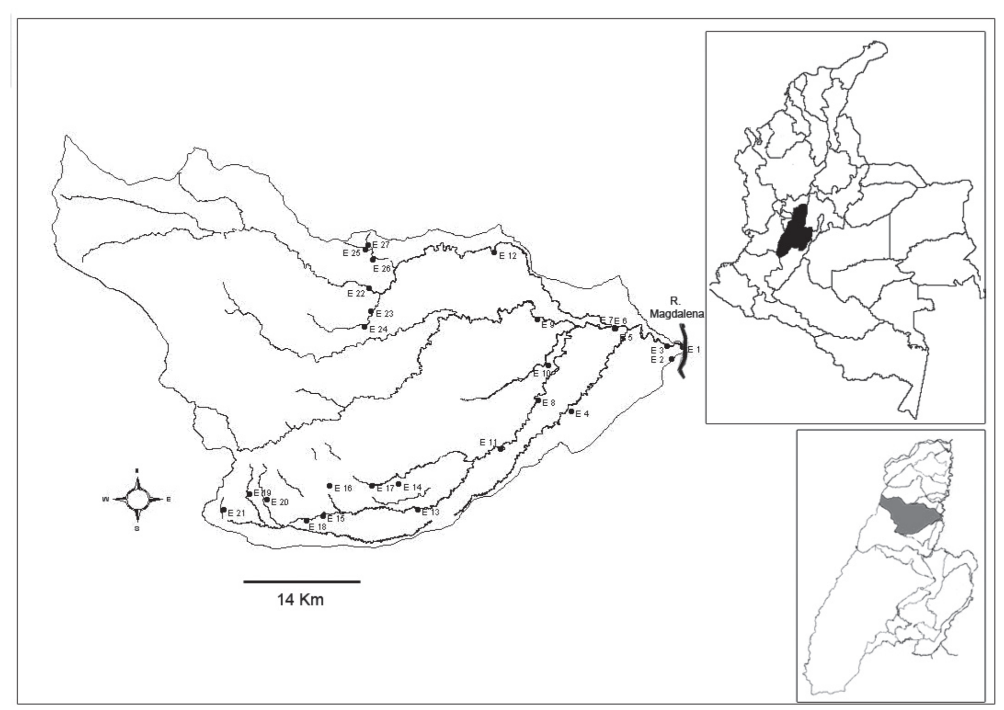


Figura 1. Localización de los sitios de muestreo en la cuenca del río Totare.
E1: R. Totare; E2: Q. Toqui-Toqui; E3: R. Totare; E4: R. Chipalo; E5: R. Totare-R. La China; E6: R. La China; E7: R. Totare; E8: R. Alvarado; E9: R. La China; E10: Q. La Caima; E11: R. Alvarado; E12: R. Totare; E13: R. Alvarado; E14: Q. La Manjarrés; E15: Q. Chembe; E16: Q. Cocare; E17: Q. La Chumba; E18: Qs. inicio R. Alvarado; E19: Q. Ambalá; E20: Q. Las Panelas; E21: Q. El Cucal; E 22: R. Totare; E 23: Q. El Fierro; E 24: Q. El Papayal; E25: Q. Las Mellizas; E26: Q. La Rica; E 27: Q. Agua Bonita.

Tabla 1. Estaciones de muestreo en la cuenca del río Totare seleccionadas en febrero y mayo de 2007.

Estación	Coordenadas		Altitud (m)	Zona Climática[1]
E1. R. Totare	4º 36’ 40’’ N	74º 49’ 10’’ O	244	bs-T
E2. Q. Toqui-Toqui	4º 35’ 59’’ N	74º 49’ 45’’ O	247	bs-T
E3. R. Totare	4º 36’ 43’’ N	74º 50’ 01’’ O	249	bs-T
E4. R. Chipalo	4º 33’ 09’’ N	74º 55’ 14’’ O	259	bs-T
E5. R. Totare-R. La China	4º 33’ 09’’ N	74º 55’ 14’’ O	277	bs-T
E6. R. La China	4º 37’ 38’’ N	74º 52’ 52’’ O	288	bs-T
E7. R. Totare	4º 37’ 39’’ N	74º 52’ 51’’ O	289	bs-T
E8.R. Alvarado	4º 33’ 43’’ N	74º 57’ 02’’ O	352	bs-T
E9. R. La China	4º 38’ 07’’ N	74º 57’ 04’’ O	389	bs-T
E10.Q. La Caima	4º 35’ 37’’ N	74º 56’ 28’’ O	396	bs-T
E11. R. Alvarado	4º 31’ 03’’ N	74º 59’ 04’’ O	525	bs-T
E12. R. Totare	4º 41’ 47’’ N	74º 59’ 24’’ O	623	bs-T
E13. R. Alvarado	4º 27’ 46’’ N	75º 03’ 34’’ O	717	bs-T
E14. Q. La Manjarrés	4º 29’ 08’’ N	75º 04’ 35’’ O	734	bs-T
E15. Q. Chembe	4º 27’ 25’’ N	75º 08’ 43’’ O	983	bs-T
E16. Q. Cocare	4º 29’ 04’’ N	75º 08’ 21’’ O	992	bs-T
E17. Q. La Chumba	4º 29’ 04’’ N	75º 06’ 01’’ O	1012	bs-T
E18. Qs. inicio R. Alvarado	4º 27’ 08’’ N	75º 09’ 37’’ O	1018	bs-T
E19. Q. Ambalá	4º 28’ 36’’ N	75º 12’ 41’’ O	1200	bh-PM
E20. Q. Las Panelas	4º 28’ 17’’ N	75º 11’ 46’’ O	1345	bh-PM
E21. Q. El Cucal	4º 27’ 43’’ N	75º 14’ 07’’ O	1392	bh-PM
E22. R. Totare	4º 39’ 39’’ N	75º 61’ 14’’ O	1444	bh-PM
E23. Q. El Fierro	4º 38’ 36’’ N	75º 06’ 06’’ O	1694	bh-PM
E24. Q. El Papayal	4º 37’ 43’’ N	75º 06’ 27’’ O	1827	bh-PM
E25. Q. Las Mellizas	4º 41’ 55’’ N	75º 06’ 24’’ O	2154	bmh-MB
E26. Q. La Rica	4º 41’ 24’’ N	75º 06’ 02’’ O	2177	bmh-MB
E27. Q. Agua Bonita	4º 42’ 21’’ N	75º 06’ 15’’ O	2397	bmh-MB

[1] bs-T = Bosque seco tropical; bh-PM = Bosque húmedo premontano ; bmh-MB = Bosque muy húmedo montano bajo. R = Río; Q = Quebrada; N = Norte; O = Oeste; E = Estación de muestreo.

RESULTADOS

Se recolectaron 3593 organismos pertenecientes a 11 familias y 26 géneros. Se reporta por primera vez para el departamento del Tolima la familia Xiphocentronidae (*Xiphocentron*), y los géneros *Neotrichia, Zumatrichia* (Hydroptilidae), *Mexitrichia* (Glossosomatidae) y *Banyallarga* (Calamoceratidae).

Las familias con mayor riqueza taxonómica fueron Leptoceridae (*Triplectides*, *Grumichella*, *Atanatolica*, *Oecetis*, *Nectopsyche* sp. 1, *Nectopsyche* sp. 2, *Triaenodes*) e Hydroptilidae (*Metrichia, Neotrichia*, *Hydroptila*, *Ochrotrichia*, *Zumatrichia*, *Leucotrichia*). Las familias más abundantes fueron Hydropsychidae e Hydroptilidae, con los géneros *Smicridea* e *Hydroptila,* respectivamente; mientras que Xiphocentronidae, Polycentropodidae, Hydrobiosidae y Odontoceridae, registraron el menor número de organismos. Los géneros menos representativos fueron *Mexitrichia*, *Triplectides*, *Atanatolica* y *Triaenodes* (Tabla 2).

Tabla 2. Composición taxonómica y abundancia del orden Trichoptera en la cuenca del río Totare durante febrero y mayo de 2007.

Suborden	Familia	Género	No. organismos*	% de abundancia*
Spicipalpia	Glossosomatidae	*Culoptila*	120	3.34
		Protoptila	59	1.64
		Mexitrichia	1	0.03
	Hydrobiosidae	*Atopsyche*	9	0.25
	Hydroptilidae	*Metrichia*	11	0.31
		Neotrichia	95	2.64
		Hydroptila	858	23.88
		Ochrotrichia	57	1.59
		Zumatrichia	7	0.19
		Leucotrichia	15	0.42
Annulipalpia	Hydropsychidae	*Smicridea*	908	25.27
		Leptonema	706	19.65
	Philopotamidae	*Chimarra*	80	2.23
	Polycentropodidae	*Polycentropus*	6	0.17
	Xiphocentronidae	*Xiphocentron*	5	0.14
Integripalpia	Calamoceratidae	*Phylloicus*	92	2.56
		Banyallarga	4	0.11
	Helicopsychidae	*Helicopsyche*	366	10.19
	Leptoceridae	*Triplectides*	1	0.03
		Grumichella	71	1.98
		Atanatolica	1	0.03
		Oecetis	12	0.33
		Nectopsyche sp. 1	35	0.97
		Nectopsyche sp. 2	41	1.14
		Triaenodes	1	0.03
	Odontoceridae	*Marilia*	32	0.89
		TOTAL	3593	100

* Basado en el total de organismos colectados en los dos muestreos

Distribución temporal. Durante el mes de febrero (baja precipitación), se registró un total de 2919 organismos (81.24%), correspondientes a 11 familias y 23 géneros, mientras que en mayo (alta precipitación), se colectaron 674 organismos (18.76%) correspondientes a 10 familias y 20 géneros (Tabla 3). Las familias Hydropsychidae, Hydroptilidae y Helicopsychidae mostraron dominancia en número de organismos sobre las demás familias durante ambos muestreos.

Distribución espacial. La estación E12 presentó la mayor abundancia relativa (27 %) y el mayor número de familias (10) y géneros (16), mientras que las estaciones E7, E10 y E20 registraron los valores más bajos: 0.19 %, 0.06 % y 0.03 % (Figura 2). La familia Hydropsychidae se observó en todas las estaciones de muestreo, seguida por Hydroptilidae que se halló en 21 de las 27 estaciones.

En lo que respecta a la distribución altitudinal, el género *Smicridea* se recolectó en todas las estaciones de muestreo entre 244 y 2397 m. *Helicopsyche*, *Neotrichia*, *Hydroptila*, *Marilia*, *Leptonema* y *Nectopsyche* sp 2, también mostraron una amplia distribución, pero no se presentaron en todas las estaciones; y aquellos como *Atanatolica*, *Mexitrichia*, *Triaenodes* y *Banyallarga* tuvieron una distribución restringida (Figura 3).

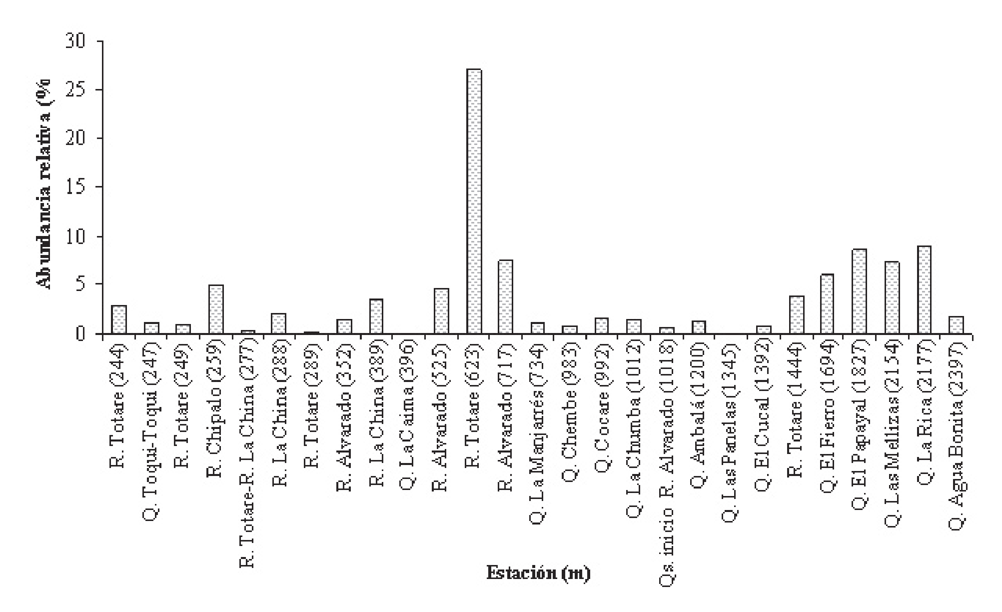


Figura 2. Distribución espacial de la abundancia relativa de los tricópteros recolectados durante febrero y mayo de 2007 en la cuenca del río Totare. Se indica la altitud de cada estación (m.s.n.m.).

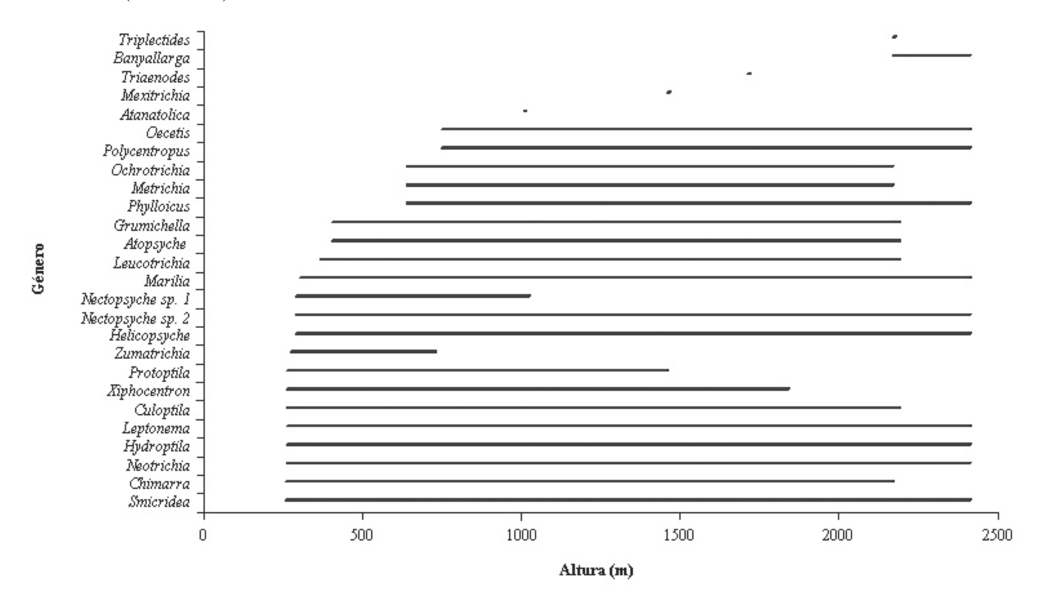


Figura 3. Distribución altitudinal de los géneros de Trichoptera recolectados durante febrero y mayo de 2007.

Tabla 3. Abundancia y distribución temporal de los tricópteros colectados durante febrero y mayo de 2007.

Familia	Género	M1			M2		
		No. Org	%	% Familia	No. Org	%	% Familia
Glossosomatidae	*Culoptila*	72	2.47	4.49	48	7.12	7.27
	Protoptila	58	1.99		1	0.15	
	Mexitrichia	1	0.03		0	0	
Hydrobiosidae	*Atopsyche*	5	0.17	0.17	4	0.59	0.59
Hydroptilidae	*Metrichia*	6	0.21	32.61	5	0.74	13.51
	Neotrichia	64	2.19		31	4.6	
	Hydroptila	855	29.29		3	0.45	
	Ochrotrichia	5	0.17		52	7.72	
	Zumatrichia	7	0.24		0	0	
	Leucotrichia	15	0.51		0	0	
Hydropsychidae	*Smicridea*	838	28.71	45.63	70	10.39	41.84
	Leptonema	494	16.92		212	31.45	
Philopotamidae	*Chimarra*	75	2.57	2.57	5	0.74	0.74
Polycentropodidae	*Polycentropus*	5	0.17	0.17	1	0.15	0.15
Xiphocentronidae	*Xiphocentron*	5	0.17	0.17	0	0	0
Calamoceratidae	*Phylloicus*	38	1.3	1.37	54	8.01	8.31
	Banyallarga	2	0.07		2	0.3	
Helicopsychidae	*Helicopsyche*	248	8.5	8.5	118	17.51	17.51
Leptoceridae	*Triplectides*	1	0.03	3.79	0	0	7.57
	Grumichella	54	1.85		17	2.52	
	Atanatolica	0	0		1	0.15	
	Oecetis	10	0.34		2	0.3	
	Nectopsyche sp. 1	29	0.99		6	0.89	
	Nectopsyche sp. 2	17	0.58		24	3.56	
	Triaenodes	0	0		1	0.15	
Odontoceridae	*Marilia*	15	0.51	0.51	17	2.52	2.52
	TOTAL	2919	100		674	100	

M1 = Febrero, periodo de baja precipitación; M2 = Mayo, periodo de alta precipitación.

Índices ecológicos. Los valores de los índices mostraron variación al comparar las colectas realizadas durante el primer y segundo muestreo (Tabla 4). En el periodo de baja precipitación hubo una mayor diversidad y riqueza de géneros; mientras que en el de alta precipitación se observó una notable disminución de éstas. Las estaciones con los valores más altos de riqueza (D) fueron E17, E12, E14 y E27; así mismo, estas dos últimas presentaron los valores más altos de diversidad (H') y, las estaciones E20 y E1 el índice de dominancia (λ) más alto (Figura 4).

Aspectos bioecológicos. La cuenca del río Totare está conformada por ríos y quebradas de escaso dosel, con pendientes pronunciadas que le permiten conformar rápidos, presentar poca acumulación de materia orgánica y poca sedimentación. El sustrato está conformado por piedra, grava y arena, con escasa vegetación de ribera y cobertura algal. Se observaron larvas de vida libre de la familia Hydropsychidae en refugios elaborados con rocas, restos vegetales y redes de seda en el extremo anterior; colonizando microhábitats como guijarros, grava y cúmulos de hojarasca en rápidos y remansos. Los organismos de la

familia Hydroptilidae presentaron variedad de formas y composición en la elaboración de sus refugios larvales (Figura 5); utilizando seda y/o revestimientos de arena, minerales, restos vegetales o algas.

Variables físico-químicas y bacteriológicas. Los parámetros físico-químicos evaluados se comportaron de manera relativamente homogénea, a excepción de los coliformes fecales y totales que mostraron incremento en las estaciones cercanas a los cascos urbanos, particularmente al municipio de Ibagué. Esta homogeneidad podría estar asociada al tipo de suelo, régimen de precipitación, flora, clima, entre otros factores que influyen en la dinámica de la cuenca.

El ACP para el período de baja precipitación mostró que las variables de mayor contribución para el primer componente fueron alcalinidad total, conductividad eléctrica, dureza y cloruros, variables que denotan la mineralización de las aguas (Ramírez & Viña 1998, Ramírez 1999), asociándose también la temperatura del agua, variable de gran incidencia en las comunidades acuáticas (Roldán 1992). Para el segundo componente las variables de mayor contribución fueron oxígeno disuelto y % de saturación de oxígeno, correlacionadas negativamente con el grupo de los coliformes, las cuales se relacionan con la óxido-reducción de la materia orgánica (Figura 6) (Ramírez & Viña 1998, Ramírez 1999). Tales asociaciones no se observaron claramente definidas en el ACP del periodo de alta precipitación (Figura 7).

DISCUSIÓN

La familia Hydropsychidae es una de las familias dominantes en aguas corrientes, tanto por su número, como por su diversidad (Angrisano & Korob 2001), dada su capacidad para colonizar diferentes tipos de sustratos (roca, arena, grava, hojarasca) (Guevara 2004, López 2007), tanto en rápidos como en remansos, y a su capacidad

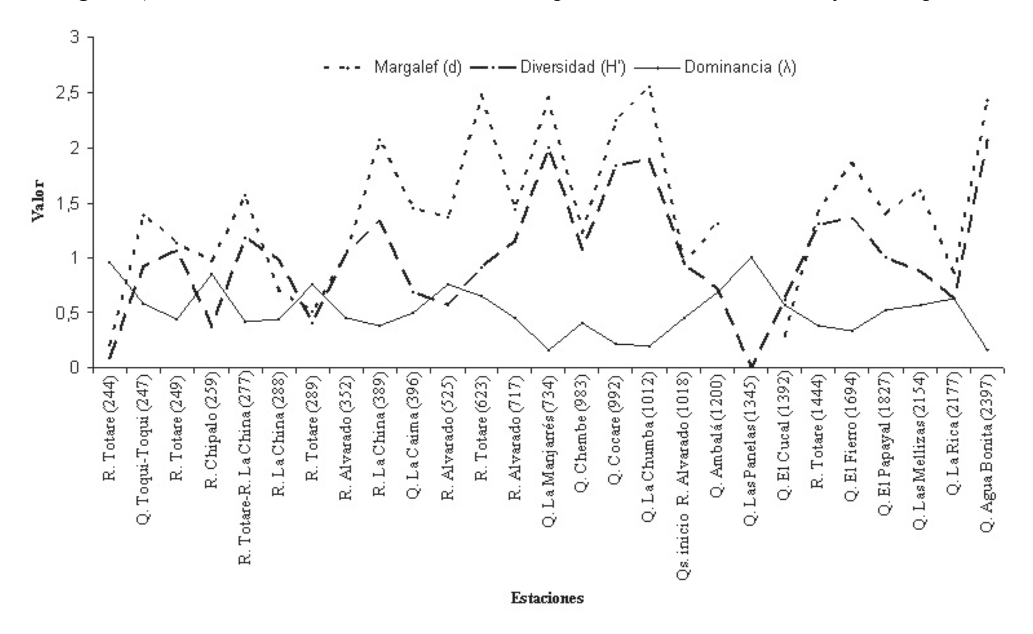


Figura 4. Variación espacial de los valores de riqueza de Margalef (D), diversidad de Shannon-Wiener (H') y de dominancia de Simpson (λ) en la cuenca del río Totare durante febrero y mayo de 2007. Se indica la altitud de cada estación (m).

para tolerar diferentes tipos de ambientes, desde aguas completamente limpias hasta aguas con algún grado de intervención antrópica (López 2007). Sus géneros más representativos y reportados en este estudio fueron *Smicridea* y *Leptonema*, siendo el primero el de mayor abundancia (López 2007; López *et al.* 2006, Mosquera & Bejarano 2006, Mosquera *et al.* 2006) y distribución en las colectas, aunque los organismos del género *Leptonema* están reportados entre los de mayor distribución y resistencia a condiciones ambientales deficitarias (Zúñiga *et al.* 1994).

Tabla 4. Variación temporal del índice de riqueza de Margalef (D), diversidad de Shannon-Wiener (H') y de dominancia de Simpon (λ) en el río Totare.

Estación	Margalef (D)		Diversidad (H')		Dominancia (λ)	
	M I	M II	M I	M II	M I	M II
E1	0.22	-	0.10	-	0.96	-
E2	1.73	0.00	1.46	0.00	0.31	1.00
E3	0.92	0.00	0.67	0.00	0.67	1.00
E4	0.97	0.91	0.36	0.64	0.86	0.56
E5	0.00	1.21	0.00	0.98	1.00	0.49
E6	0.25	0.72	0.68	0.98	0.51	0.41
E7	0.51	-	0.41	-	0.76	-
E8	1.03	-	1.03	-	0.46	-
E9	2.08	0.00	1.35	0.00	0.37	1.00
E10	1.44	-	0.69	-	0.50	-
E11	1.00	1.11	0.48	0.86	0.78	0.56
E12	2.20	2.66	0.74	2.06	0.71	0.16
E13	1.43	1.44	1.14	0.69	0.45	0.50
E14	2.18	1.52	1.92	1.30	0.17	0.33
E15	0.72	1.29	0.56	1.14	0.63	0.39
E16	1.69	1.67	1.52	1.64	0.29	0.22
E17	2.11	1.54	1.77	1.28	0.21	0.31
E18	0.80	0.80	0.92	0.82	0.43	0.51
E19	0.55	1.54	0.46	1.15	0.77	0.39
E20	0.00	-	0.00	-	1.00	-
E21	0.30	-	0.62	-	0.57	-
E22	1.45	1.37	1.23	1.22	0.42	0.33
E23	0.83	1.76	0.86	1.43	0.54	0.33
E24	0.91	1.25	0.93	0.93	0.52	0.57
E25	1.46	0.81	0.70	0.79	0.70	0.53
E26	0.80	0.59	0.56	0.66	0.69	0.58
E27	2.44	1.44	2.10	1.04	0.15	0.38

M I = primer muestreo; M II = segundo muestreo. (-) = Indeterminado por ausencia de organismos.

La presencia de familias de escasa abundancia y distribución como Xiphocentronidae, Polycentropodidae, Hydrobiosidae y Odontoceridae (Guevara 2004, Guevara *et al.* 2005, López 2007, Posada & Roldán 2003), cuyos organismos son poco frecuentes en las colectas (Posada & Roldán 2003), posiblemente se atribuya a su sensibilidad a variaciones ambientales y/o a sus exigencias por un microhábitat específico, sustratos, hábitos alimentarios particulares, historia de vida, entre otros (Wiggins 1996b, Wiggins 2004, Guevara *et al.* 2005).

La familia Leptoceridae distribuida en todos los pisos altitudinales, en aguas lóticas limpias de alta montaña, en rocas con mucha corriente y en remansos con vegetación (Posada & Roldán 2003), presentó gran diversidad de taxones, muchos de los cuales al parecer se alimentan de materia orgánica, principalmente como trozadores, aunque algunos pueden ser raspadores o filtradores (Flint 1991).

La familia Hydroptilidae también presentó gran diversidad de géneros; en términos de géneros y especies, ésta es grande y diversa, hallándose en todas las regiones del mundo (Flint 1991), habita todos los pisos altitudinales de ecosistemas lóticos con corriente fuerte, en remansos o en zonas de salpicadura, sobre sustratos pedregosos o en vegetación donde se presentan algas de las que se alimentan (Posada & Roldán 2003).

Es de notar que la presencia de *Mexitrichia*, *Triplectides*, *Atanatolica*, *Banyallarga* y *Triaenodes*, géneros poco representativos, podría indicar que están íntimamente asociados a determinados microhábitats y a condiciones fisicoquímicas particulares. *Mexitrichia* raspa el perifiton presente en los ambientes lóticos (Flint 1991); *Triplectides* es un trozador que se alimenta de restos orgánicos, utilizando

pequeños troncos para elaborar sus refugios larvales (Flint 1991); *Atanatolica* raspa la materia orgánica del sustrato (Flint 1991); *Banyallarga* es abundante en aguas limpias y ligeramente veloces con materia orgánica y vegetación riparia, alimentándose de detritus orgánico y perifiton, y presentado preferencia por el alimento vivo cuando éste abunda (Flint & Angrisano, 1985); *Triaenodes* permanece entre raíces sumergidas de plantas riparias, alimentándose de tejido vegetal vivo y construyendo sus casas con partes de hojas y raíces frescas (Flint 1991; Wiggins 1996a). Lo anterior podría explicar su escasa frecuencia, dado que la cuenca del río Totare presenta escaso material vegetal ripario, materia orgánica en descomposición y perifiton.

Distribución temporal. Los patrones de distribución indican que factores como la precipitación y el caudal ejercen una marcada influencia en la comunidad béntica; condiciones estables del caudal favorecen la presencia de mayor número de microhábitats (Mosquera *et al.* 2006) y sus variaciones determinan una regresión en la sucesión de las comunidades de macroinvertebrados (Montoya & Galeano 2006); además, el régimen pluviométrico parece ser el factor más importante para determinar el comportamiento de las variables físico-químicas (Rincón 1996), por lo que en el mes de mayo se notó una considerable reducción de las abundancias de las familias.

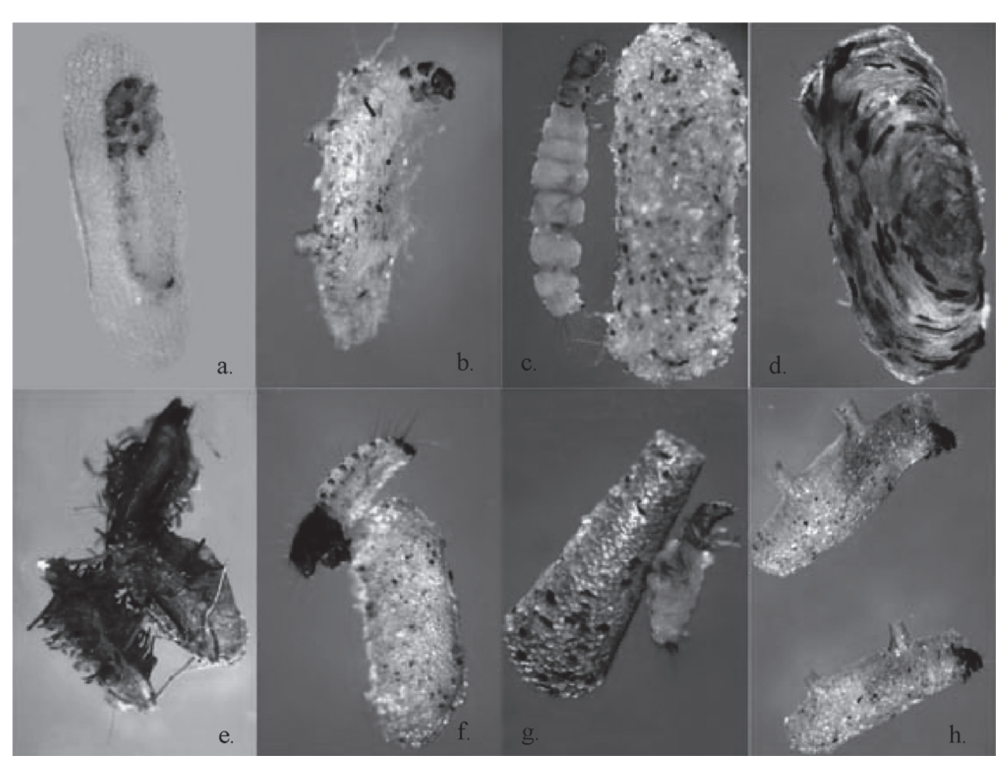


Figura 5. Forma y composición de los refugios larvales de la familia Hydroptilidae.
a. *Hydroptila* (refugio en seda), b. *Hydroptila* (refugio de material vegetal y arena con un par de sifones laterales), c. *Hydroptila* (refugio aplanado de arena, cóncavo en los vértices laterales), d. *Hydroptila* (refugio de material vegetal), e. *Metrichia* (refugio de material vegetal), f. *Ochrotrichia* (refugio aplanado de arena, cóncavo en los vértices laterales), g. *Neotrichia* (refugio de arena cónico) h. *Hydroptila* (refugio de arena con un par de sifones laterales).

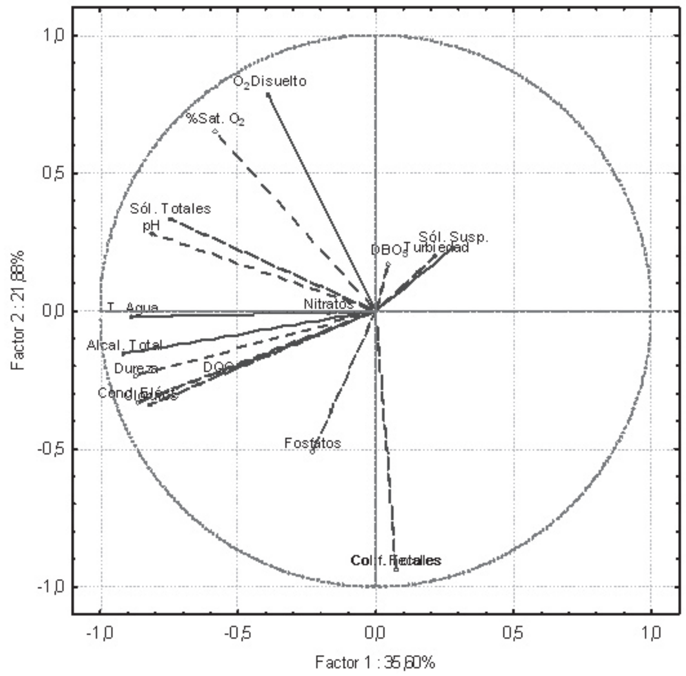


Figura 6. Diagrama de dispersión de las variables físico-químicas en los componentes I y II en el periodo de baja precipitación (febrero de 2007).

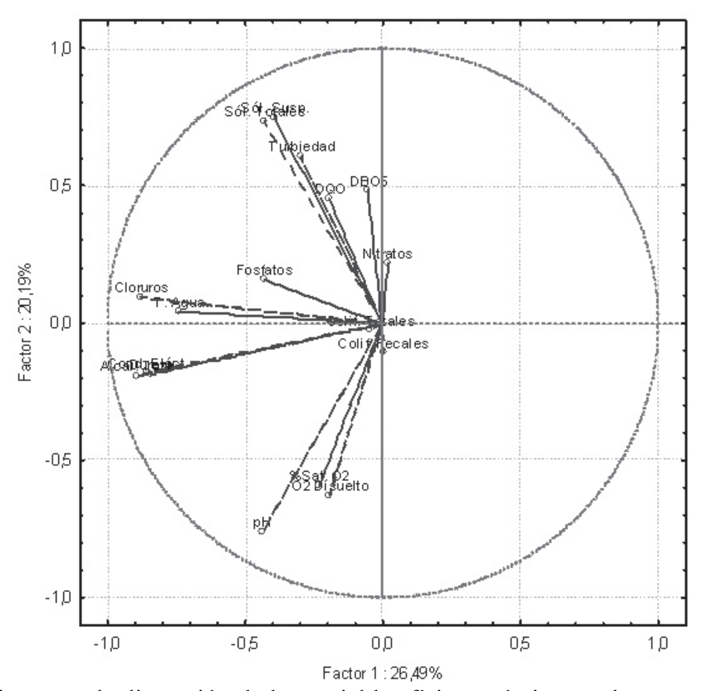


Figura 7. Diagrama de dispersión de las variables físico-químicas en los componentes I y II en el periodo de alta precipitación (mayo de 2007).

La dominancia en abundancia de las familias Hydropsychidae, Hydroptilidae y Helicopsychidae, durante ambos muestreos, podría indicar su alta capacidad para resistir las variaciones del régimen pluviométrico y del caudal, que ejercen un efecto abrasivo en los cuerpos de agua, disminuyendo notablemente la diversidad de sustratos disponibles; su capacidad de colonizar diversos sustratos tanto en zonas de rápidos como en remansos (Guevara *et al.* 2005) o la preferencia del sustrato rocoso (Vásquez *et al.* 2006, Mosquera & Bejarano 2006), que disminuye el efecto de deriva causado por las lluvias y el aumento del caudal en los cuerpos de agua, les ha proporcionado una ventaja adaptativa frente a las demás familias del orden.

Distribución espacial. La diversidad de familias y géneros de la estación río Totare (623 m), podría deberse a la amplia variedad de sustratos (rocas, guijarros, materia orgánica en descomposición, rápidos, remansos, zonas de salpicadura), proporcionados por el buen grado de conservación del bosque ribereño. Condiciones similares presenta la quebrada La Manjarrés, aunque con menor abundancia de organismos, debido posiblemente a su escasa profundidad y mayor cantidad de remansos con el consecuente aumento de la temperatura del agua, factores que influyen en la disminución de los organismos (Guevara 2004, Posada *et al.* 2000).

La poca abundancia y la diversidad de organismos en las quebradas Las Panelas y El Cucal, podría relacionarse con la acción antrópica, representada en la extracción de arena para la primera, así como zonas residenciales en los alrededores de ambas; mientras que en el río Totare (289 m) y la quebrada La Caima, esta situación podría atribuirse a la utilización de plaguicidas en los cultivos de arroz aledaños (Guevara 2004, Vega & Reynaga 1990).

Hydropsychidae se halló en todas las estaciones; ésta puede colonizar diferentes sustratos como rocas, arena, restos vegetales y macroalgas, entre otros, tanto en rápidos como en remansos y en zonas con algún grado de intervención antrópica, aspectos concordantes con Angrisano & Korob (2001) y Posada & Roldán (2003), quienes comentan que la familia Hydropsychidae es dominante en aguas corrientes, siendo caracterizada tanto por su abundancia como por su diversidad.

El amplio gradiente altitudinal presentado por *Smicridea*, *Helicopsyche*, *Neotrichia*, *Hydroptila*, *Marilia*, *Leptonema* y *Nectopsyche* sp. 2, concuerda con los estudios realizados por Guevara (2004) quien reporta *Smicridea*, *Leptonema*, *Helicopsyche* y *Nectopsyche* sp. 2 en un gradiente de 256-3533 m, y Rincón (1999) quien encontró *Helicopsyche, Smicridea* y *Grumichella* en un gradiente de 500 a 4000 m. *Helicopsyche* y *Smicridea* presentan una amplia distribución en el neotrópico (Wiggins 1996a) y corresponden a géneros que se encuentran en ríos y quebradas con diferentes corrientes y temperaturas (Rincón 1999). Probablemente *Neotrichia*, *Hydroptila*, *Marilia*, *Leptonema* y *Nectopsyche* sp. 2, posean estas capacidades para este flanco de la cordillera Central, a diferencia de lo encontrado por Rincón (1999) quien reportó para la cordillera Oriental que *Neotrichia*, *Hydroptila*, *Marilia* y *Nectopsyche*, con poblaciones poco abundantes, se encuentran en corrientes frías en las regiones altas, especialmente por encima de los 2000 m.

Banyallarga, Mexitrichia, Atanatolica, Triplectides y *Triaenodes* presentaron rangos altitudinales muy estrechos; probablemente requieren microhábitats y tipos de corriente específicos para su desarrollo. Si bien el género *Xiphocentron* se registró en un amplio rango altitudinal (249 - 1827 m), su presencia fue reducida (cinco organismos en cuatro

estaciones), en concordancia con Posada & Roldán (2003) quienes refieren para el género escasez en las colectas.

Índices ecológicos. La variación de los índices y de la abundancia de taxones durante las colectas, mostró una mayor heterogeneidad en el primer muestreo, indicando que posiblemente la estructura de la comunidad de tricópteros se beneficia del efecto moderado de la corriente (Guevara 2004), exhibiendo una mayor complejidad. Es posible que otros factores tales como historia y evolución, sucesiones, migraciones, heterogeneidad espacial, capacidad de respuesta fenológica, niveles tróficos, oferta de nichos ecológicos e interrelaciones específicas, incida en el número de especies en el ecosistema y en el acoplamiento de sus abundancias, desempeñando un papel fundamental en la estructura de las comunidades, y con ello en su diversidad (Ramírez 1999).

Las estaciones E17, E14, E27 y E12, poseen características adecuadas para el desarrollo de gran variedad de organismos: disponibilidad y variedad de sustratos, vegetación de ribera que cubre parcialmente los afluentes y aporta material alóctono, aguas bien oxigenadas y temperaturas óptimas, que permite a las diferentes poblaciones distribuirse utilizando gran variedad de nichos (Ramírez 1999, Posada *et al.* 2000, Guevara 2004).

La baja diversidad y riqueza en la estación E20, donde se recolectó sólo el género *Leptonema*, indica que posiblemente la escasa oferta de sustratos, debida a la intervención antrópica en la extracción de arena, ocasionen que el lecho la quebrada sea inestable, evitando el establecimiento de la fauna béntica (Guevara 2004) y posibilitando que organismos de mayor resistencia a condiciones ambientales deficitarias como *Leptonema* (Zúñiga *et al.* 1994) se establezcan, pero con un número bajo de organismos. Es posible que la naturaleza geológica del afluente (Posada *et al.* 2000) no favorezca el establecimiento de la tricopterofauna, pues éste se ubica en los cerros noroccidentales de Ibagué, cuyo suelo está conformado por la unidad litológica cuarzodiorita jórsica del batolito de Ibagué (CORTOLIMA 1998), que al meteorizarse conforma suelos francoarenosos muy pobres en materia orgánica, de pH ácido, acrecentado por el mal manejo de los suelos (monocultivos y uso de azadón) y por la pendiente pronunciada (CENICAFÉ 1978).

En la estación E1, con los géneros *Smicridea* y *Chimarra*, se presentó una baja diversidad y riqueza, debido posiblemente a la alta temperatura, la baja disponibilidad de oxígeno y la escasa disponibilidad de sustratos de esta estación. Estas características son propias del hábitat de *Smicridea*, que posee adaptaciones a gran variedad de ambientes (López 2007) y de *Chimarra*, que prefiere hábitats con poca corriente o remansos (Guevara 2004).

Variables físico-químicas y bacteriológicas. Temporalmente, existe una incidencia del régimen pluviométrico sobre las variables fisicoquímicas de los cuerpos de agua, mostrando fluctuaciones en la conductividad y los sólidos totales (Posada *et al.* 2000), reduciendo fuertemente tanto la riqueza como la abundancia de los macroinvertebrados (Rincón 2002). Durante la época de baja precipitación la incidencia regional y local sobre cada cuerpo de agua cobra mayor importancia, llegando a establecer diferencias fisicoquímicas muy marcadas entre las mismas. Las lluvias, por el contrario, homogenizan las condiciones de los distintos cuerpos lóticos (ríos y quebradas), donde el incremento de los caudales se asocia a una mayor escorrentía, erosión, turbiedad, arrastre de minerales y material orgánico, así como intensificación de la oxigenación por vía atmosférica (Ramírez & Viña 1998). El biplot para el período de alta precipitación no mostró las variables de mineralización y óxido-reducción de las aguas disociadas,

indicando que el régimen pluviométrico es quizás un factor determinante de las variables fisicoquímicas (Rincón 2002), pues el aumento de la incidencia de las variables pH, turbidez, nitratos y fosfatos, se da por el aumento de sus concentraciones en los ríos debido a la contaminación orgánica, industrial y agrícola (Roldán 1992), mediante sucesos de erosión, arrastre y escorrentía acentuados durante los periodos de lluvias.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo logístico y financiero del Comité Central de Investigaciones de la Universidad del Tolima, la Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA), el Grupo de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima y al biólogo y fotógrafo Jorge E. García por las imágenes utilizadas en este documento. G. Guevara agradece a la Universidad Austral de Chile por la beca de doctorado del programa MECESUP (UCO0214).

LITERATURA CITADA

Andrade, T.E. & P. Lozano. 1986. *Sectorización hidrográfica del departamento del Tolima sector norte, Escala 1:25000. Ibagué*. Trabajo de grado. Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Forestal. Ibagué.

Angrisano, E.B. 1995. Insecta Trichoptera. Págs. 1199-1237 en: E.Lopretto & G. Tell (eds), *Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio*. Ediciones Sur. La Plata (Argentina).

Angrisano, E.B. & P.G. Korob. 2001. Trichoptera. Cap. 2, págs. 55-92 en: Fernandez, H. R. & E. Domínguez (eds), *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos*. Serie: investigaciones de la UNT, subserie: Ciencias Exactas y Naturales-Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán (Argentina).

Arias, D.M., G. Reinoso, G. Guevara & F.A. Villa. 2007. Distribución espacial y temporal de los coleópteros acuáticos en la cuenca del río Coello (Tolima, Colombia). Caldasia 29: 177-194.

Ballesteros, Y., M. Zúñiga & A. Rojas. 1997. Distribution and structure of the order Trichoptera in various drainages of the Cauca River basin, Colombia, and their relationship to water quality. Proceedings of the 8th International Symposium on Trichoptera. Ohio Biological Survey: 19-23.

Botosaneanu, L. & O.S. Flint. 1982. On some Trichoptera from northern Venezuela and Ecuador (Insecta). Beaufortia 32(2): 13-26.

Buss, D.F., D.F. Baptista, J.L. Nessimian & M. Egler. 2004. Substrate specificity, environmental degradation and disturbance structuring macroinvertebrate assemblages in neotropical streams. Hidrobiología 518: 179-188.

Carrillo, D. 2002. *Aspectos bioecológicos de los macroinvertebrados en el embalse de Hidroprado departamento del Tolima*. Trabajo de grado (Biólogo). Universidad del Tolima, Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Biología, Ibagué.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DEL CAFÉ. 1978. *Manual de conservación de suelos de ladera*. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Centro de Investigaciones del Café. Chinchiná (Colombia).

Clesceri, L.S., A.E. Greenberg & A.D. Eaton. 1999. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington, D. C. American Public Health Association, American Water Work Association, Water Environment Federation.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA. 1998. *Plan de Gestión Ambiental para el departamento del Tolima 1998-2002*. CORTOLIMA, Ibagué.

De Moor, F. & V. Ivanov. 2008. Global diversity of caddisflies (Trichoptera: Insecta) in freshwater. Hidrobiología 595: 393-407.

Feminella, J.W. & V.H. Resh. 1990. Hydrologic Influences, Disturbance, and Intraspecific Competition in a Stream Caddisfly Population. Ecology 71: 2083-2094.

Fernández, H.R. & E. Domínguez (eds.). 2001. *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos*. Tucumán - Argentina. Universidad Nacional de Tucumán.

Flint, O.S. & E. Angrisano. 1985. Studies of neotropical caddisflies, XXXV: The immature stages of *Banyallarga argentinica* Flint (Trichoptera: Calamoceratidae). Proceedings of the Biological Society of Washington 98: 687-697.

Flint, O.S. 1991. *Studies of Neotropical Caddisflies, XLV: the taxonomy, phenology, and faunistics of the Trichoptera of Antioquia, Colombia*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

González, M., G. López, M. Malpica & M. Rincón. 2001. Aspectos bioecológicos de los Trichoptera y Ephemeroptera en los ríos Blanco y Tunjuelito (Cundinamarca). Pág. 252 en: R. Castellar (ed.), *Resúmenes del XXXVI congreso nacional de ciencias biológicas*. Cartagena de Indias.

Guevara, G. 2004. *Análisis faunístico del orden Trichoptera en su estado larval en la cuenca del Río Coello departamento del Tolima*. Trabajo de grado (M.Sc.). Universidad del Tolima, Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Biología, Ibagué.

Guevara, G., G. Reinoso & F. Villa. 2005. Estudio del orden Trichoptera en su estado larval en la cuenca del río Coello, Departamento del Tolima. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas 17: 59-70.

Guevara, G., G. Reinoso & F. Villa. 2007a. Caddisfly larvae (Insecta: Trichoptera) of the Coello River Basin in Tolima (Colombia): Spatial and temporal patterns and bioecological aspects. Págs. 8-12 en: J. Bueno-Soria, R. Barba-Alvarez and B. Armitage (eds), *Proceedings of the XIIth International Symposium on Trichoptera*. The Caddis Press. Columbus, Ohio.

Guevara, G., G. Reinoso & F. Villa. 2007b. Caddisfly larvae (Insecta: Trichoptera) of the Coello River basin in Central Colombia. Trichopteron 24: 8-12.

Guevara, G., E.O. López, G. Reinoso & F. Villa. 2007c. Structure and distribution of the Trichoptera fauna in a Colombian Andean river basin (Prado, Tolima) and their relationship to water quality. Págs. 129-134 en: J. Bueno-Soria, R. Barba-Alvarez and B. Armitage (eds), *Proceedings of the XIIth International Symposium on Trichoptera*. The Caddis Press. Columbus, Ohio.

Hammer O., D.A.T. Harper & P.D. Ryan. 2001. PAST: Palaeontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontología electrónica 4: 1-9.

Hastenrath, S. 1990. Diagnostics and Prediction of Anomalous River Discharge in Northern South America. Journal of Climate 3: 1080-1096.

Holzenthal, R., R. Blahnik, A. Prather & K. Kjer. 2007. Order Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), Caddisflies. Zootaxa 1668: 639-698.

Huamantinco, A.A. & J.L. Nessimian. 2000. Variation and life strategies of the Trichoptera (Insecta) larvae community in a first order tributary of the Paquequer River, Southeastern Brazil. Revista Brasileira de Biologia 60: 73-82.

Lewis, W.M. Jr., S.K. Hamilton & J.F. Saunders III. 1995. Rivers of northern South America. p. 219-256 en: C. E. Cushing, K. W. Cummins & G. W. Minshall (eds). River and stream ecosystems. Elsevier, Amsterdam.

López, E., G. Reinoso, G. Guevara & F. Villa. 2006. Estructura, distribución y relaciones con el Índice de Calidad de Aguas de la tricopterofauna en la cuenca del río Prado (Tolima, Colombia). Pág. 18 en: F. Villa, C. Rivera, G. Reinoso & M. Núñez (eds), *Resúmenes del VII Seminario Colombiano*

de Limnología y I Reunión Internacional sobre Ríos y Humedales Neotropicales. Asociación Colombiana de Limnología, Ibagué.

López, E. 2007. *Análisis faunístico de las larvas del orden Trichoptera en la cuenca del río Prado y la subcuenca de Amoyá (Tolima-Colombia)*. Trabajo de grado (Biólogo). Universidad del Tolima, Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Biología, Ibagué.

López, E. & G. Reinoso. 2008. Variación temporal de la fauna del orden Trichoptera en la cuenca el río Prado. Pág. 34 en: P. Landázuri (ed.), *Memorias XLIII Congreso Nacional De Ciencias Biológicas*. Armenia, Quindío.

Medellín, F., M. Ramírez & M. Rincón. 2004. Trichoptera del santuario de Iguaque (Boyacá, Colombia) y su relación con la calidad del agua. Revista Colombiana de Entomología 29(2): 197-203.

Mena, R. 2000. *Formas inmaduras del orden Trichoptera en los pisos térmicos cálido, templado y frío en los departamentos de Cundinamarca y Tolima*. Trabajo de grado (Biólogo). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Bogotá, D.C.

Mojica, M. 1993. *Estudio limnológico de la parte alta del río Bogotá, con énfasis en macroinvertebrados bénticos (orden Trichoptera)*. Trabajo de grado (Biólogo). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Bogotá, D.C.

Montoya, Y. & A. Galeano. 2006. Colonización de sustratos rocosos por los macroinvertebrados acuáticos en la quebrada los Andes, el Carmen de Viboral, Antioquia Colombia. Pág. 29 en: F. Villa, C. Rivera, G. Reinoso & M. Núñez (eds), *Resúmenes del VII Seminario Colombiano de Limnología y I Reunión Internacional sobre Ríos y Humedales Neotropicales*. Asociación Colombiana de Limnología, Ibagué.

Mosquera, Z. & D. Bejarano. 2006. Estudio del orden Trichoptera (Insecta) en dos ecosistemas lóticos del municipio de Quibdo, Chocó-Colombia. Pág. 14 en: F. Villa, C. Rivera, G. Reinoso & M. Núñez (eds), *Resúmenes del VII Seminario Colombiano de Limnología y I Reunión Internacional sobre Ríos y Humedales Neotropicales*. Asociación Colombiana de Limnología, Ibagué.

Mosquera, Z., D. Bejarano & S. Asprilla. 2006. Estudio del orden Trichoptera (Insecta) en dos ecosistemas lóticos del municipio de Quibdo, Chocó-Colombia. Págs 85-91 en: F. Villa, C. Rivera, G. Flórez, M. Núñez & X. Carranza (eds), *Memorias VII Seminario Colombiano de Limnología y I Reunión Internacional sobre Ríos y Humedales Neotropicales*. León Gráficas, Ibagué.

Muñoz-Quesada, F., M. Rincón, M. Zúñiga, M. Sanabria & R. Ospina. 2000a. Distribución altitudinal del orden Trichoptera en la región Andina colombiana. Pág. 34 en: P. Muñoz de Hoyos & J. Aguirre (eds), *Resúmenes del I Congreso Colombiano de Zoología*. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C.

Muñoz-Quesada, F., M. Zúñiga & L. Gutiérrez. 2000b. Trichoptera (Insecta) de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Pág. 35 en: P. Muñoz de Hoyos & J. Aguirre (eds), *Resúmenes del I Congreso Colombiano de Zoología*. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C.

Muñoz-Quesada, F. 2004. El Orden Trichoptera (Insecta) en Colombia, II: inmaduros y adultos, consideraciones generales. Págs 319-34 en: F. Fernández, M. Andrade-C. & G. Amat (eds), *Insectos de Colombia. Vol. III*. Universidad Nacional de Colombia – Instituto Humboldt. Bogotá, D.C.

Pes, A.M.O., N. Hamada & J. L. Nessimian. 2005. Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. Revista Brasileira de Entomologia 49: 181-204.

Posada, J., G. Roldán & J. Ramírez. 2000. Caracterización fisicoquímica y biológica de la calidad de aguas de la cuenca de la quebrada Piedras Blancas, Antioquia, Colombia. Revista de Biología Tropical 48(1): 59-70.

Posada, J. & G. Roldán. 2003. Clave ilustrada y diversidad de las larvas de Trichoptera en el Nor-Occidente de Colombia. Caldasia 25: 169-192.

Quintero, A. & A. Rojas. 1987. Aspectos bioecológicos del orden Trichoptera y su relación con la calidad del agua. Revista Colombiana de Entomología 13(1): 26-38.

Ramírez, A. & G. Viña. 1998. *Limnología Colombiana: aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis*. BP Exploration Company-Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, D.C.

Ramírez, A. 1999. *Ecología aplicada diseño y análisis estadístico*. Centro editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá, D.C.

Ramírez, F., J. Vásquez, G. Reinoso & G. Guevara. 2007. En busca de lo desconocido: una nueva familia en el bentos tolimense (Trichopera: Xiphocentronidae). Pág. 30 en: G. Cervantes (ed.), *Memorias del XLII Congreso Nacional de Ciencias Biológicas*. Departamento de publicaciones Universidad Simón Bolívar, Barranquilla.

Ramírez, F., J. Vásquez, G. Reinoso & G. Guevara. 2008a. Leptocéridos (Trichoptera) de la cuenca del río Totare, Tolima-Colombia. Pág. 53 en: E. Peña, J. Cantera, M. Zúñiga, S. Duque, E. Londoño, L. Aguirre, B. Albán, P. Bedoya & D. Santofimio (eds), *Resúmenes del VIII Seminario colombiano de limnología y I reunión internacional de cuencas bajas y zonas estuarinas*. Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali.

Ramírez, F., J. Vásquez, G. Reinoso & G. Guevara. 2008b. Los tricópteros y su papel bioindicador: caso río Totare. Pág. 33 en: P. Landázuri (ed.), *Memorias XLIII Congreso Nacional de Ciencias Biológicas*. Armenia, Quindío.

Reinoso, G. 1998. *Efemerópteros (Arthropoda: Insecta) del Río Combeima en el trayecto comprendido entre Juntas y El Totumo municipio de Ibagué departamento del Tolima*. Trabajo de grado (M.Sc.). Universidad de los Andes, Departamento de Ciencias Biológicas, Bogotá, D.C.

Reinoso, G. 2001. *Estudio bioecológico de los tricópteros del río Alvarado en el trayecto comprendido entre El Salado y Alvarado Tolima*. Universidad del Tolima, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Ibagué.

Reinoso, G., F. Villa, H. Esquivel, J. García & M. Vejarano. 2007. *Biodiversidad faunística y florística de la cuenca del Río Totare – Biodiversidad regional fase III*. Informe final. Universidad del Tolima. Ibagué.

Reinoso, G., G. Guevara, M. Vejarano, J. García & F. Villa. 2008. Áreas de interés para la conservación en la cuenca del río Prado (Tolima, Colombia): macroinvertebrados y calidad de agua como factores clave. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas 20: 102-116.

Rincón, M.E. 1996. Aspectos bioecológicos de los tricópteros de la quebrada Carrizal (Boyacá, Colombia). Revista Colombiana de Entomología 22(1): 53-60.

Rincón, M.E. 1998. Composición y distribución altitudinal de los tricópteros en la cordillera oriental (Colombia). Pág. 179 en: S. Martínez & J. Sánchez, *Resúmenes del XXXIII Congreso Nacional de Ciencias Biológicas*. Universidad del Tolima, Ibagué.

Rincón, M.E. 1999. Estudio preliminar de la distribución altitudinal y espacial de los tricópteros en la Cordillera Oriental (Colombia). Cap 9, págs. 267-284 en: G. Amat, M. Andrade & F. Fernández (eds), *Insectos de Colombia. Vol. II*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá, D.C.

Rincón, M.E. & A. Burgos. 2001. Composición y distribución de los Trichoptera de Cundinamarca. Pág. 253 en: R. Amaris (ed.),

Resúmenes del XXXVI Congreso Nacional de Ciencias Biológicas. Barranquilla.

Rincón, M.E. 2002. Comunidad de insectos acuáticos de la quebrada Mamarramos (Boyacá, Colombia). Revista Colombiana de Entomología 28 (1): 101-108.

Rincón, M.E. 2006. Análisis de la emergencia de Trichoptera en la zona media del río Tota (Cuitiva-Boyacá). Pág. 130 en: F. Villa, C. Rivera, G. Reinoso & M. Núñez (eds), *Resúmenes del VII Seminario Colombiano de Limnología y I Reunión Internacional sobre Ríos y Humedales Neotropicales*. Asociación Colombiana de Limnología, Ibagué.

Rojas, F. 2006. Estado de conocimiento de los Trichoptera de Chile. Gayana 70: 65-71.

Roldán, G. 1992. *Fundamentos de Limnología Neotropical*. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín.

Roldán, G. & J.J. Ramírez. 2008. *Fundamentos de limnología neotropical*. Segunda edición. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín.

Ruiz, A., A.F. Herrera & M. Ferreras-Romero. 2006. Distribution of Trichoptera communities in the Hozgarganta catchment (Los Alcornocales Natural Park, SW Spain). International Review of Hydrobiology 91: 71-85.

Sánchez, M. 2000. *Evaluación del recurso hídrico y de la estructura y función del ecosistema acuático del Alto Magdalena en el Huila. Comunidades acuáticas*. Universidad Surcolombiana-Corporación Autónoma Colombiana del río grande de la Magdalena (CORMAGDALENA), Neiva.

Sganga, J.V. & E.B. Angrisano. 2005. El género *Smicridea* (Trichoptera: Hydropsychidae: Smicrideinae) en el Uruguay. Revista de la Sociedad Entomológica Argentina 64: 131-139.

Sganga, J.V. & M.S. Fontanarrosa. 2006. Contribution to the knowledge of the preimaginal stages of the genus *Smicridea* McLachlan in South America (Trichoptera: Hydropsychidae: Smicrideinae). Zootaxa 1258: 1-15.

Silveira, M.P., D.F. Buss, J.L. Nessimian & D.F. Baptista. 2006. Spatial and temporal distribution of benthic macroinvertebrates in a Southeastern Brazilian river. Brazilian Journal of Biology 66: 623-632.

Springer, M. 2006. Clave taxonómica para larvas de las familias del orden Trichoptera (Insecta) de Costa Rica. Revista de Biología Tropical 54: 273-286.

StatSoft 2004. STATISTICA (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.

Vásquez, J., F. Ramírez, G. Reinoso & G. Guevara. 2006. Preferencias de sustrato del orden Trichoptera (clase Insecta) en la cuenca del río Combeima, Ibagué - Colombia. Pág. 138 en: F. Villa, C. Rivera, G. Reinoso & M. Núñez (eds), *Resúmenes del VII Seminario Colombiano de Limnología y I Reunión Internacional sobre Ríos y Humedales Neotropicales*. Asociación colombiana de limnología, Ibagué.

Vásquez, J., F. Ramírez, G. Reinoso & G. Guevara. 2007. Aspectos bioecológicos del orden Trichoptera en su estado larval en la cuenca del río Totare, Colombia. Pág. 35 en: G. Cervantes (ed.), *Memorias del XLII Congreso Nacional de Ciencias biológicas*. Departamento de publicaciones Universidad Simón Bolívar, Barranquilla.

Vásquez, J. & F. Ramírez. 2008. *Aspectos bioecológicos del orden Trichoptera en su estado larval en la cuenca del río Totare departamento del Tolima.* Trabajo de grado (Biólogo). Universidad del Tolima, Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Biología, Ibagué.

Vásquez, J., F. Ramírez, G. Reinoso & G. Guevara. 2008a. Hydroptílidos (Trichoptera) de la cuenca del río Totare, Tolima-Colombia. Pág. 53 en: E. Peña, J. Cantera, M. Zúñiga, S. Duque, E. Londoño, L. Aguirre, B. Albán, P. Bedoya & D. Santofimio (eds), *Resúmenes del VIII Seminario colombiano de limnología y I reunión internacional de cuencas bajas y zonas estuarinas*. Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali.

Vásquez, J., F. Ramírez, G. Reinoso & G. Guevara. 2008b. Estudio de los tricópteros en su estado larval en la cuenca del río Totare, Tolima, Colombia. Pág. 31 en: P. Landázuri (ed.), *Memorias XLIII Congreso Nacional De Ciencias Biológicas*. Armenia, Quindío.

Vega, S. & J. Reynaga. 1990. *Evaluación epidemiológica de riesgos causados por agentes químicos ambientales*. Editorial Limusa, México, D.F.

Vergara, R., F. Góngora, M. Prieto & P. Galeano. 1994. Inventario de la entomofauna acuática de la quebrada Padilla, fuente del acueducto de Honda (Tolima). Revista Colombiana de Entomología 20(2): 115-123.

Wiggins, G. 1996a. *Larvae of the North American caddisfly genera (Trichoptera)*. Second edition. University of Toronto Press, Toronto.

Wiggins, G. 1996b. Trichoptera Families. Cap. 17, págs 309-349 en: R.W. Merrit & K. W. Cummins (eds), *An introduction to the aquatic insects of North America*. Third edition. Kendall/Hunt publishing company. Dubuque, Iowa.

Wiggins, G. 2004. *Caddisflies: the underwater architects*. University of Toronto Press, Toronto.

Zúñiga, M.C., A. Rojas & G. Caicedo. 1993. Indicadores ambientales de calidad de agua en la cuenca del río Cauca. Revista AINSA 13(2): 17-18.

Zúñiga, M.C., A. Rojas & C. Serrato. 1994. Interrelación de indicadores ambientales de calidad en cuerpos de agua superficiales del Valle del Cauca. Revista Colombiana de Entomología 20(2): 124-130.

Recibido: 14/07/2009
Aceptado: 16/03/2010